引用格式：曲建升, 刘春江, 田倩飞, 等. 面向开放科学的元出版理念与平台建设实践. 中国科学院院刊, 2023, 38(7): 1023-1036

Qu J S, Liu C J, Tian Q F, et al. Philosophy of meta publishing and practice of platform construction toward open science. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(7): 1023-1036

面向开放科学的元出版理念与平台建设实践

曲建升[1,2*]　刘春江[1]　田倩飞[1,2]　黄珂敏[1,2]　姜恩波[1,2]

1 中国科学院成都文献情报中心　成都　610299

2 中国科学院大学　经济与管理学院信息资源管理系　北京　100190

摘要　基于对国内外开放出版领域的充分调研，阐述开放科学对学术交流体系与机制演变的推动作用，着重分析总结学术出版模式的历史演进、发展更迭与演变规律，提出适应开放科学时代需求的元出版理念，以适应学术出版的发展演进与模式转变态势。基于“元出版”概念，提出了元出版平台建设思路，以推动建设科学共同体主导的、融合多样化出版内容、实现多维度内容关联、聚合多元参与者、支持科学成果再集成的开放科学学术出版新范式。按元出版平台的设计思路，建成包含结构化出版物引擎、同行评议子系统、开放出版子系统、知识发现子系统和学术交流社区子系统等5个模块的元出版平台 MetaPub。元出版平台是与开放科学发展趋势相适应的具体实践，将在科学共同体开展学术交流的过程中发挥积极支撑作用。

关键词　元出版，结构化数据，出版平台，开放科学

CSTR　32128.14.CASbulletin.20221104006

1 开放科学的发展正在推动学术交流机制的演变

开放科学主张通过研究方法、研究工具、研究过程、研究结果、学术交流等科研全过程的开放来提高研究的透明度和可重复性、加强科研创新合作、加快科研成果的传播与转化。开放科学让基础设施、科研成果，以及学术思想和智慧在更广泛的范围里得以流

*通信作者

资助项目：中国科学院2020年度西部之光人才项目，中国科学院青年创新促进会项目（2021171），中国科学院成都文献情报中心2021年度创新基金项目

修改稿收到日期：2023年6月10日

动和共享，让更广泛的社会阶层能够更清晰地了解科学[1]。在开放科学的推动下，各国都在积极推出一些蕴含着新理念的学术交流规范政策、平台工具和服务措施等。2021年8月，英国研究与创新署（UKRI）宣布投入65万英镑开发新型开放出版平台——Octopus，该平台将用于记录和评价科学家最新的研究成果①。我国于2021年3月发布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，“构建国家科研论文和科技信息高端交流平台”被列入第四章“强化国家战略科技力量”第四节“建设重大科技创新平台”之中，其目标就是要在当前严峻复杂的经济社会大环境下，建立高水平的学术交流生态体系，促进科学研究的创新与变革，推动我国向科技强国迈进。

在开放科学加速演进的背景下，学术出版体系也进行着动态的发展与变革，呈现出数字化、多元化特征，以更加开放的姿态来支持新兴学术交流需求：① 学术成果出版内容更加多元，出版方式更加开放。学术成果类型从文字扩展到数据、图像、多媒体、多源融合信息等，成果发布方式逐渐由以传统期刊论文为主向包含软件、科学数据、研究方法等多元化方式扩充与转变。2014年，爱思唯尔（Elsevier）创立研究要素期刊*Methods X*，刊发实验过程中开发和使用的方法与材料②。而软件期刊*Software X*则对科学软件工具进行同行评审，并且允许后续发布元数据和更新③。它们都已被Scopus、Web of Knowledge和PubMed等主流学术论文索引系统收录。② 学术交流社区加快建设与发展。学术交流的途径不断丰富，包括了博客、微博、微信公众号等自媒体平台，以及个人网站、社区和网络会议等多种新兴渠道。近年来，ResearchGate、Publons、Mendeley等学术交流社区的兴起和发展已经对知识传播和交流方式带来了深刻的影响。科研人员在学术社区里建立学术档案、发布学术观点与成果，同时跟踪相关研发团队的研究方向和进展，以建立和扩大其学术交流网络[2]④。

但是，目前国内尚未出现能够较好地融合开放学术交流、基于交流内容进行知识挖掘，以及学术成果快速发布与传播的开放出版平台。特别是在当前知识数字化全面实现的情况下，传统思维框架还没有充分突破[3]，学术出版对知识再创造的支持潜力还没有充分释放。基于对国内外相关领域发展现状的充分调研，笔者提出了适应开放科学进程的元出版（Meta Publishing）模式概念，并探索研建了融合预印本出版、数据出版和结构化信息出版理念为一体的MetaPub平台。本文旨在通过探讨元出版的理念和实践，探索发展开放出版的新范式实践，并为科研人员提供学术成果开放交流的新选项。

2 开放出版理念正在改变传统学术交流模式

开放科学让知识的生产、传播与交流呈现出更为丰富的特征，数字技术的进步不仅为传统学术交流机制的发展赋予了新的内涵，也为满足科技工作者的多元需求提供了有利的条件。学术成果以更多元的方式、更快的速度发布和传播；学术界同行能更迅速精准地了解最新研究成果、与跨界学者进行更开放的交流合作。为适应开放学术交流与科技创新范式的需求，学术出版的形式和内容都将发生深刻变革，新型出版平台将持续涌现并不断升级，以期刊为主的传统

① 林墨．开放对学术传播来说到底意味着什么?. (2021-08-27)[2022-08-05]. http://blog.sciencenet.cn/blog-1792012-1301678.html.

② Method X Home Page. [2021-10-21]. https://www.sciencedirect.com/journal/methodsx/issues.

③ 数字科学交流团队．SoftwareX——科学软件获得同行评审期刊规范．(2015-06-26)[2022-01-02]. http://blog.sciencenet.cn/home.php?m od=space&uid=521339&do=blog&id=900754.

④ ResearcherID 将集成至Publons 平台．(2019-04-08)[2021-10-20]. https://www.sohu.com/a/306612296_658521.

出版模式也将进入形式和内容不断丰富的主动变革发展阶段。

2.1 学术期刊出版的历史演进

作为学术交流的基本形式与学术出版的主要方式，学术期刊的出版形式也历经了多个时段的发展演进。17 世纪中叶学术期刊诞生，并奠定了以期刊为基础载体的学术交流机制。400 多年来，伴随学院派学术团体和专业学会的壮大、出版商的相继创建问世、二战后科学政策与制度的建立、互联网技术的兴起与应用、开放科学与开放出版的推进，学术期刊出版形式与内容不断发展创新。

本文基于学者对学术期刊数量变化研究的综合整理、相关重大事件梳理等[4-13]，绘制了学术期刊出版发展演进和数量趋势图（图 1）。

（1）传统纸质出版。始于 17 世纪中叶，随后，全球有 100 余种学术期刊陆续创办，同行评议制度确立，出版商相继成立并逐步发展壮大。至 20 世纪上半叶，打字机迅速普及，加之电力时代的到来，大幅提升了学术交流的效率与广度。在物理学、化学等特定学科中，文章发表成为最受欢迎的出版形式，期刊的重要性得以提升。1945 年二战结束后，科技进入加速发展阶段，“大科学”新模式开启，学术文章数量和期刊数量也随之快速增长。

（2）数字化与网络出版。20 世纪下半叶，伴随计算机的普及和互联网技术的发展，数字化期刊与网络出版诞生，期刊文章电子版本逐步成为出版和知识传

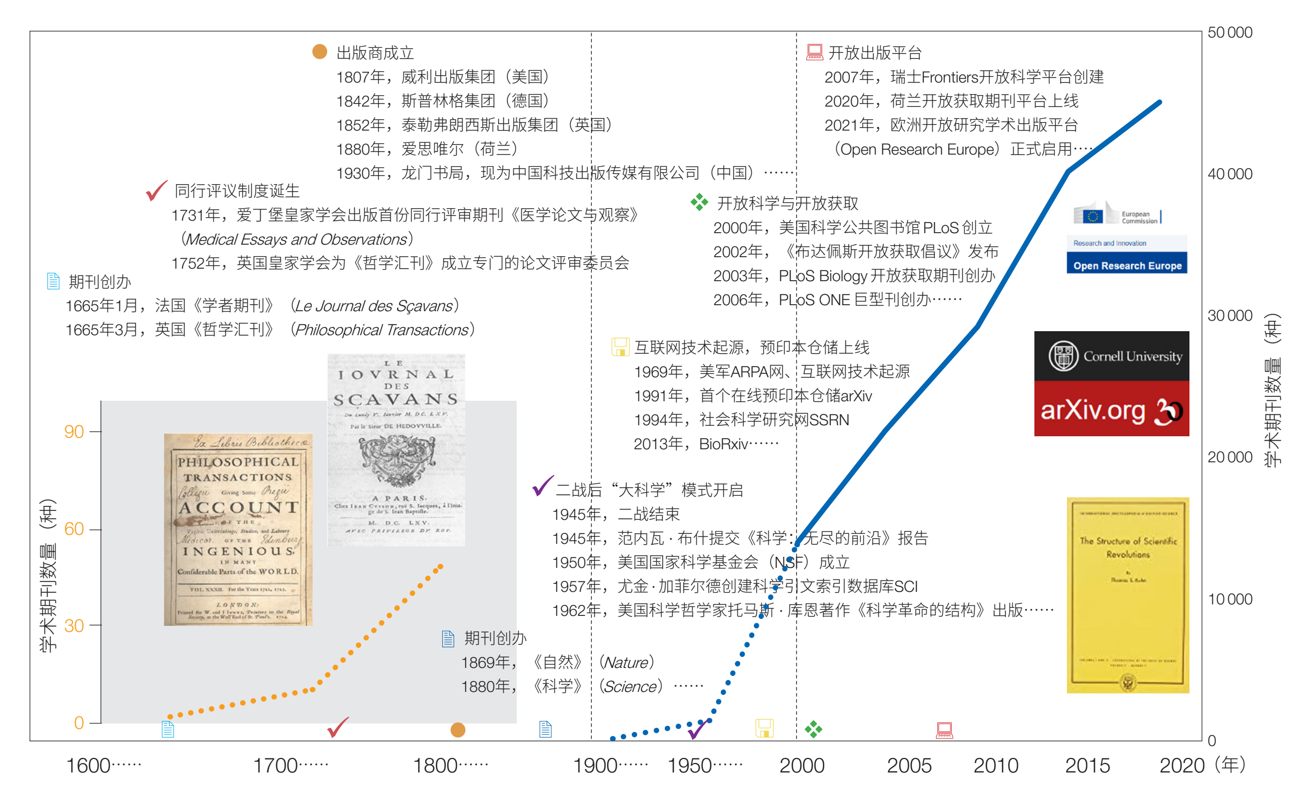


图 1　学术期刊出版发展演进和数量趋势

Figure 1　Development evolution and quantity trend of academic journal publishing

虚线表示数据为估测值；1999 年及其后的期刊数量计算均以Ulrich 数据库为基础，期刊纳入条件为：当期在出版的（active）、经同行评审的（refereed）、学术（academic/scholarly）期刊

Dashed line indicates the data is estimate; the number of journals calculated in 1999 and later is based on the Ulrich database, and journals included are active, refereed, academic/scholarly journals

播最重要的载体形式，一批纯数字出版的期刊也出现并发展。1957年，尤金·加菲尔德创建了科学引文索引数据库（SCI），使期刊文章索引、引用评价等更为高效全面，也率先推动了文献计量学、期刊评价、学者影响力评价工作的发展。

（3）预印本与开放出版。20世纪末以来，多个预印本仓储上线，加速了学术成果的发布与交流。例如，预印本平台arXiv创建于1991年，社会科学研究网（Social Science Research Network, SSRN）预印本库创建于1994年。进入21世纪，学术出版市场将公共资助研究文献锁于付费墙后，科研工作者与公众对学术研究文献免费获取诉求日益增强。开放获取期刊与开放出版平台等新型出版模式应运而生，以满足学术交流和科技创新的迫切需求。

2.2 学术期刊出版模式的发展迭代

作为学术交流机制的核心，学术期刊出版模式在信息技术支持、科研范式推动和开放科学运动的引领中不断发展迭代，从传统学术出版模式向开放出版模式加快演变，其内容、方式、形态都发生了改变。

2.2.1 传统学术期刊出版

传统学术期刊出版由出版机构和编辑团队主导，规则稳健，流程严谨，对内容和形式要求较高。① 论文需要通过同行评议，对内容的学术性、创新性等进行评审。② 论文在形式上要严格符合专业写作规范，并符合不同刊物的出版标准要求。③ 学术出版商及其数据库的出现极大地改变了学术出版的格局。出版商利用雄厚的财力、技术手段，以及多样化的营销模式，很快成为学术出版交流体系中的重要角色。目前，世界五大学术出版商——爱思唯尔（Elsevier）、施普林格·自然（Springer Nature）、威立（Wiley）、泰勒弗朗西斯（Taylor & Francis）、世哲（SAGE）占据了世界学术期刊市场一半以上的份额，拥有了控制市场价格和知识流通的权力[14]。数据库商将原本分散的学术研究成果进行了聚合，很好地推动了学术研究成果快速与多样化的呈现与传播。但同时，商业化的知识传播方式也将一部分读者阻挡在付费墙外——从开放学术传播的视角来看，难以在最大范围内实现科学知识的开放共享。总的来说，传统学术期刊的论文出版具有写作周期长、评审周期长、面世周期长、传播共享不畅，以及版权管理复杂等特征。

2.2.2 开放出版

开放出版是学术出版领域利益相关方为融入与推动开放科学运动、而逐步形成的以开放共享为核心特征的新型学术出版模式总称。开放出版在出版物类型、内容粒度及知识传播发布形式方面，较传统学术出版有很大优势，其出版过程更加透明并利于监督，知识流动更快，辐射范围更宽。由于开放出版形式更为灵活，可以覆盖著作、期刊等不同特征的传统出版作品，其概念不宜以传统出版形式框定。

（1）开放出版有着集成化的出版内容。开放出版所发表的内容不限于严格的学术论文，还可以是科学数据、软件工具、研究问题、研究方法和研究结论，甚至系统性阐释专门问题的论著。

（2）开放出版有着灵活的出版形式。近年来多样化出版形式的出现，如纳米出版、语义增强出版、语素出版、音视频论文解读等，让知识的汇聚与传播更加方便，让读者的阅读空间更加丰富和多元。

（3）开放出版有着多元化的参与机构。2021年3月，欧盟推出的“开放欧洲研究”（Open Europe Research）出版平台，是科研资助机构开展学术出版的典型事例。多元化出版力量的介入也会让学术出版呈现出不同的特色。

2.3 学术出版模式正从形式和内容两方面发生深刻转变

基于学术期刊出版的历史演进与学术出版模式的发展更迭可知，随着科技不断进步发展，科技产出加快增长，学术交流的需求也与日俱增，以期刊出版为代表的学术出版模式从形式和内容方面均发生了深刻

转变。

2.3.1 学术出版形式的升级极大提高了知识传播的效率

自17世纪中叶以来，以期刊为基础的学术出版形式经历了从传统纸质出版，到数字化与网络出版，再到预印本和开放出版的演变，有效提升了出版速度，并极大地改善了学术交流和知识传播的效率。

创刊于1665年1月的法国《学者期刊》（*Le Journal des Sçavans*）和同年3月英国皇家学会主办的《哲学汇刊》（*Philosophical Transactions*）被视为全球最早出版的学术期刊。法国于1789年出版了第一本专业学科杂志《化学记事》（*Annales de Chimie-Science*）。19世纪后发生了第二次技术革命，美国的《费城自然科学院院报》（*Porceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*）、日本的《药物学杂志》（*Yakugaku Zasshi*）等不断地推动着科技进步和社会文明的发展，学术期刊作为传播媒介所产生的影响越来越大。我国学术期刊型出版物始于19世纪，初期以传播介绍西方科学知识为主。1900—1919年，我国创办的学术期刊有100多种；1915年由我国留美学生在上海创办的《科学》被视为20世纪初期我国学术期刊的重要标志[15]。

20世纪90年代，科技工作者为更方便快捷地开展学术交流，开始通过会议平台或互联网自愿发布未发表的科研论文、科技报告等学术成果，为之服务的预印本出版平台也应运而生。高能物理领域的预印本仓储arXiv.org、开放获取网站公共医学中心的PubMed Central（PMC）是第一批开放的预印本出版平台。随后，BioRxiv、ChinaXiv、中国科技论文在线、F1000、PeerJ Preprints、Zenodo、FigShare等陆续上线。预印本在帮助科研人员占据成果首发权和加速成果信息交流共享方面，发挥了积极作用。进入21世纪，开放科学理念兴起并加快促成了学术出版新时尚——学术论文开放获取。2002年，开放社会研究所（OSI）发布了《布达佩斯开放获取倡议》（*Budapest Open Access Initiative*）。2003年，美国霍华德 · 休斯医学研究所和德国马普学会分别公布了《比塞斯达开放获取出版声明》（*Bethesda Statement on Open Access Publishing*）和《柏林科学与人文知识开放获取宣言》（*Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*）[17]。欧盟2009年启动面向欧洲科研的欧洲开放获取基础设施（OpenAIRE）建设[18]。2012年，由欧洲科学研究院联合组织（ALLEA）发表的联合声明——《面向21世纪的开放科学》（*Open Science for the 21st Century*），呼吁科研资助机构在资助科学研究的各个方面全面贯彻开放科学原则，要求科研工作过程的参与人学习并认可开放科学文化，让开放共享成为常态，促进欧洲乃至全球的科学研究合作。开放科学不只局限于文献和数据的自由获取，更重在知识传播和知识应用，促进科研工作者之间甚至是和公民之间的科研交流，加强各主体间交流协作的深度和广度，从而极大地推动科学的发展。

2.3.2 学术出版内容的宽度、深度与粒度全面改善

学术出版内容的宽度方面。随着互联网和移动终端的普及，世界范围内有越来越多的学术期刊将文章优先发表在网站上，其中还可包括更加翔实的原始数据、实验方法和过程记录等信息。一些期刊和作者也将成果的视频发表在网站上，丰富的图片和视频资料打破了传统学术期刊的刻板严肃，更具吸引力和可读性。学术论文的呈现形式也拓展出了视频论文和数据论文等类型[19]，极大地拓展了出版内容的宽度。与普通学术论文一样，视频论文和数据论文同样拥有数字对象唯一标识符（DOI），也可以被其他科学研究成果引用。由于出版内容的拓展和知识分析技术的发展，各类型知识之间可以实现互联和推荐，为科学研究提供了更好的平台，也使科学研究的过程更加公开化、知识服务更具系统性[20]。

学术出版内容的深度方面。增强出版利用结构化

处理、添加语义标签、增加实体链接等技术方案实现对传统论文的内容增强，并提高对刊物碎片信息的处理深度。特别是科技期刊，对刊物内的插图、表格、内容等碎片信息进行有针对性的标记和分类，可以提高读者的阅读效率和体验[21]。值得一提的是，人工智能技术（包括语义分析、模式识别、数据挖掘、智能算法、知识图谱、机器学习等）的发展极大促进了学术内容的精准抓取与推送，并能够对用户的阅读记录、阅读时空状况和人机交互数据等进行充分的分析，深层次挖掘用户的阅读需求，从而为用户提供更加适合且更具前沿性、新颖性的学术素材。

*学术出版内容的粒度方面。*纳米出版物主要以概念或实体作为基本元素，描述科学文献中的科学结论、科学事实或大量实验数据中的实验结果，并提供唯一标识，描述结论的出处、原文作者、纳米出版物的创建者等背景及语境信息，是科学文献在细粒度上的语义表示、组织和出版的新形式。纳米出版物拥有比传统出版物更小的粒度，通过为文献或数据库中的科学结论添加语义标注，更适于人、机阅读和理解。它深入概念、实体层面，对文献或数据库中的科学事实、科学结论、实验结果进行描述和揭示[22]。

综上，学术出版在形式和内容等方面均已经历了若干重大改变，但在知识呈现和利用方式、传播速度、交流模式等方面还需不断创新改善，以适应更新变化的科学研究范式和科技创新需求，以推动开放科学和开放出版的发展。

3 元出版模式及平台架构设计与流程

基于日益广泛的学术交流需求与学术出版模式的转变趋势，笔者团队提出面向开放科学的“元出版”模式概念。在学术研究中，“元”（Meta）是一个具有广泛附着力的概念⑤，含有分解、基础、超越之义。对于“元”问题的探讨已经成为一种新的科学共识，人们提出“元媒体”“元宇宙”“元符号”“元认知”“元语言”等多种问题。目前，专门针对元出版的理论研究较少，已有论述[23]从哲学角度研究元出版的理论构建，把“元问题”与出版学相整合，把元出版与元语言（语言学）、元媒介（新闻传播学）相关联。从已有平台来看，有的聚焦于“开放获取”；有些仅借用“元出版”这个词汇，其内容与出版无关，多用于游戏发布方面。本文所述元出版，是以“元”所蕴含的深刻含义为基础，融合出版要素与开放交流诉求，面向建设高端学术交流平台需要提出的新的学术出版理念。第 3 章节将重点介绍这一更为开放、更便于发表、更利于知识传播和知识管理、更有助于知识组织和知识再创造的新型出版理念与平台建设实践，以推动建设科学共同体主导的、融合多样化出版内容、实现多维度内容关联、聚合多元参与者、支持科学成果再集成的开放科学学术出版新范式。

3.1 面向开放科学的元出版模式

元出版是融合预印本出版、数据出版、结构化信息出版等当前开放出版实践与理念为一体的开放出版新模式，旨在提供一个科学工作者完全融入的泛在沉浸式开放知识交流机制。其既是对现有学术交流模式的发展，也是对已有出版模型的超越。元出版从解构、融合、超越 3 个维度构建泛在沉浸式开放知识交流系统，实现对广义科技工作者的元出版发表支持、元出版成果的开放评审、元知识的开放共享，并调用知识组织、知识分析、知识集成等诸多技术极大地推动知识的再生产与开放创新。

*（1）解构：基于知识元模块应用，快速或集成地发布研究成果。*科研人员所提交的内容不限于一篇完

⑤ 胡易容. 帕洛阿尔托学派及其“元传播”思想谱系：从神经控制论到符号语用论. (2017-12-15)[2021-10-28]. http://mt.sohu.com/20171225/n526327839.shtml.

整、成熟的论文，而是把所研究的问题、研究方法与思路、实验过程、实验结果、研究结论以模块化方式提交和组织。这一投稿模式在实现结构化写作、简化投稿与评审流程、便于读者阅读的同时，也同步强化了文献的“数据”特征，实现了单篇投稿内容知识的结构化，并可进一步支持文献间的“数据”关联。

（2）融合：内容发布与学术交流社区融合发展，实现开放共享与开放创新。利用新兴数字化技术工具为平台建设赋能，实现元知识的多元化传播与开放共享；科技工作者能够更加快速地获取到研究的科学问题、成果与观点，从而大幅降低科学传播的时滞性影响。打通科学研究从“研究选题”“研究设计”“研究实施”“成果产出”到“成果传播”“知识再生产”的全链条，基于学科并跨越学科边界进行数据与知识的关联与再组织，在更广泛的学科范畴内实现跨时空的知识集成与创新活动的融合，构建泛在式知识传播和交流的开放学术社区，并有助于跟进科技发展动态、交流科技前沿问题，提高科技工作者知识交流与合作效率。

（3）超越：综合运用知识组织和大数据分析等信息化技术，建立结构化的内容表示，推动知识的高效率发布和汇聚，激发知识的再生产。在一个基于元知识的规范化、标准化平台进行文献阅读和科学集成将更为便利，能够对平行和后续的科学研究提供更及时和有效的参考，更有利于科学的进步。过去20年间，很多学科的元分析（meta analysis）工作发展较为迅速，集成研究需求也快速放大。在元分析工作中，研究人员需要对大量文章的数据信息、研究问题、研究方法和研究结论进行抽取、规范、清洗，进而建立结构化的知识标识、集成性的知识组织[24-27]，工作量大且容易出现偏差。元出版平台将在出版阶段即做好准备以支持元分析和集成研究的需要。

目前，“元出版”处于概念树立与示范打造阶段，它重点聚焦“出版”“交流”与“集成”的融合。在元出版工作流程中，科研成果和知识是工作对象；知识的结构化呈现及其再组织、再生产、再使用是过程；科研成果的发表和呈现、知识的传播与交流是外在形式；科学共同体将承担起学术层面的组织与监督作用，作为科学共同体成员，科技工作者既是知识的贡献者也是知识的使用者。通过建设科学共同体主导的元出版学术社区，科研人员、出版机构、资助部门、研发机构、公众和媒体等可以充分参与到元出版平台知识创新链的各环节，进而更有效地支持学术思想迸发与科研创新活动。

3.2 元出版平台的设计理念

基于“元出版”概念，笔者提出了元出版平台建设思路（图2），其定位是一个学术文献的开放出版、知识组织与学术交流环境。平台围绕论文信息的评审、处理、出版、关联、传播与评论等学术出版和知识交流的各环节提供支持，并通过这些交流活动促进知识创新及再产生新的知识。作为本研究的成果，该平台设计理念与技术路线已申请发明专利（专利申请号CN202310341366.4）。

元出版中的创新理念主要体现在新的出版对象和新的出版规范上。

（1）新的出版对象：元出版的出版对象是元素化、结构化的信息，平台称之为元知识（meta knowledge）。通过对论文内容的元素化、结构化、语义化的处理，支持论文内容的精准表达和极简呈现，让评审专家和其他读者能够快速准确地掌握论文所要传达的信息。传统论文发表需要提交标题、作者、摘要、关键词等内容。除上述信息外，平台还引导作者将论文内容进行结构化提交，包括但不限于研究问题、研究方法、研究结果、分析结论、实验工具、实验材料等内容。元知识可以为后续文献知识挖掘、知识计算和科学主题成果集成研究提供比较准确的素材。另外，除了将论文内容元素化之外，平台还可以通过基于音频的论文解读、论文数据集的提交等对论

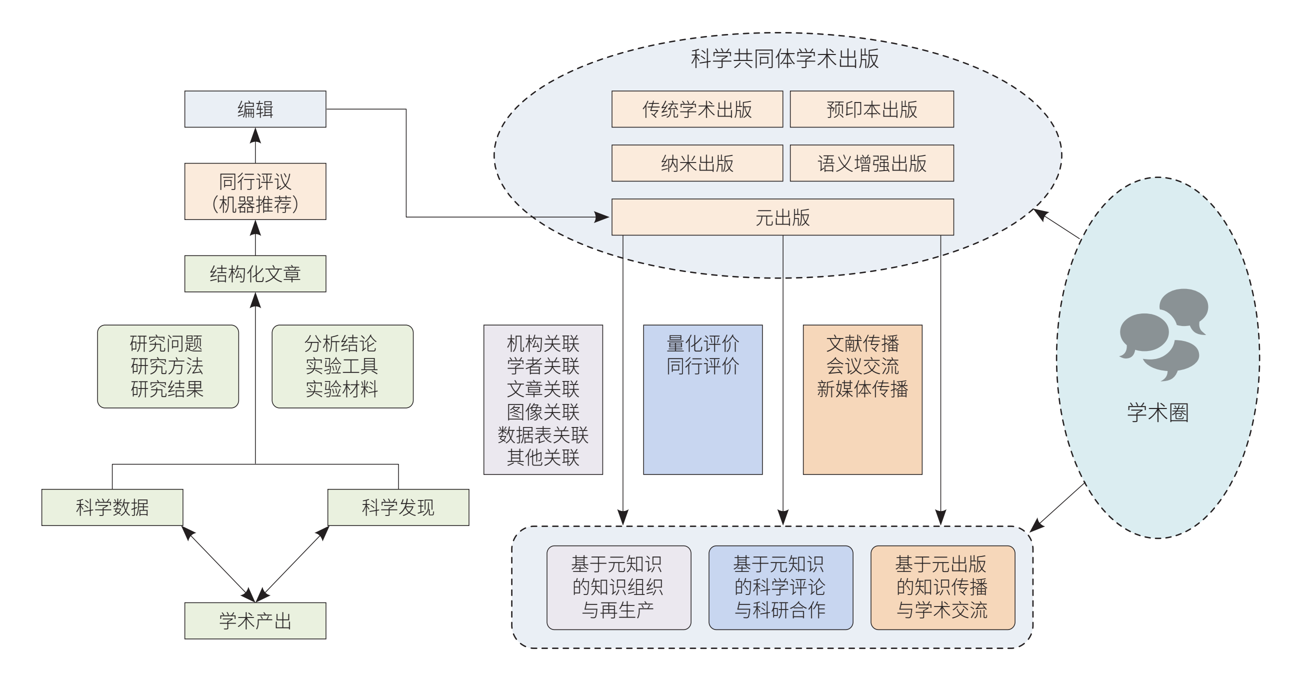


图2　元出版平台设计理念图

Figure 2　Design concept map of MetaPub platform

文进行更为全面的信息支持。

(2)新的出版规范:元出版的出版规范是针对论文元知识的结构化发布行为,平台称之为元发布(meta release)。在传统的出版平台上，论文是一个包含了标题、作者、摘要、关键词，以及研究内容与结论等的非结构化文本；与之不同的是，元出版平台基于元知识将研究问题等内容进行细粒度的呈现，能够更好地帮助专家和读者理解文章内容，并支持科学成果更快出版和更便捷交流。元发布功能汲取了预印本出版模式的优势，通过领域专家的评审，达到发表水平的论文将第一时间在平台发布。

3.3 元出版平台的功能架构与实现

3.3.1 元出版平台的模块设计

元出版平台总体架构设计如图3所示，主要包括结构化出版物引擎、同行评议子系统、开放出版子系统、知识发现子系统和学术交流社区子系统等5个功能板块。

(1)结构化出版物引擎。结构化出版物引擎主要是对研究者的学术产出（如科学数据和科学发现等）进行结构化存储。根据不同学科的特点，开发适用不同学科的结构化出版物引擎，构建结构化出版物知识库和结构化出版物知识图谱。其中，结构化出版物知识库需要存储多种类型的数据，包括标题（元发布文献名称）、学者（元发布文献著作者）、机构（元发布文献著作者所属机构）、关键词（元发布文献主题）、图像（元发布文献附属图片）、数据表格（元发布文献附属数据，包括表格、参数等）等；结构化出版物知识图谱则是利用实体和关系抽取、实体对齐等知识图谱构建技术，分别从出版物的研究背景、研究目的、研究对象、实验材料、研究方法和研究结果等角度出发，开展知识抽取、知识组织和知识关联。

(2)同行评议子系统。同行评议是科学评价的重要工具之一，系统将建立领域专家库，并基于智能匹配技术进行评审专家的自动推荐。主要包括4个步骤：① 研究人员在元出版平台上提交结构化的科学数据或科学发现；② 基于这些结构化数据，系统利用智能排

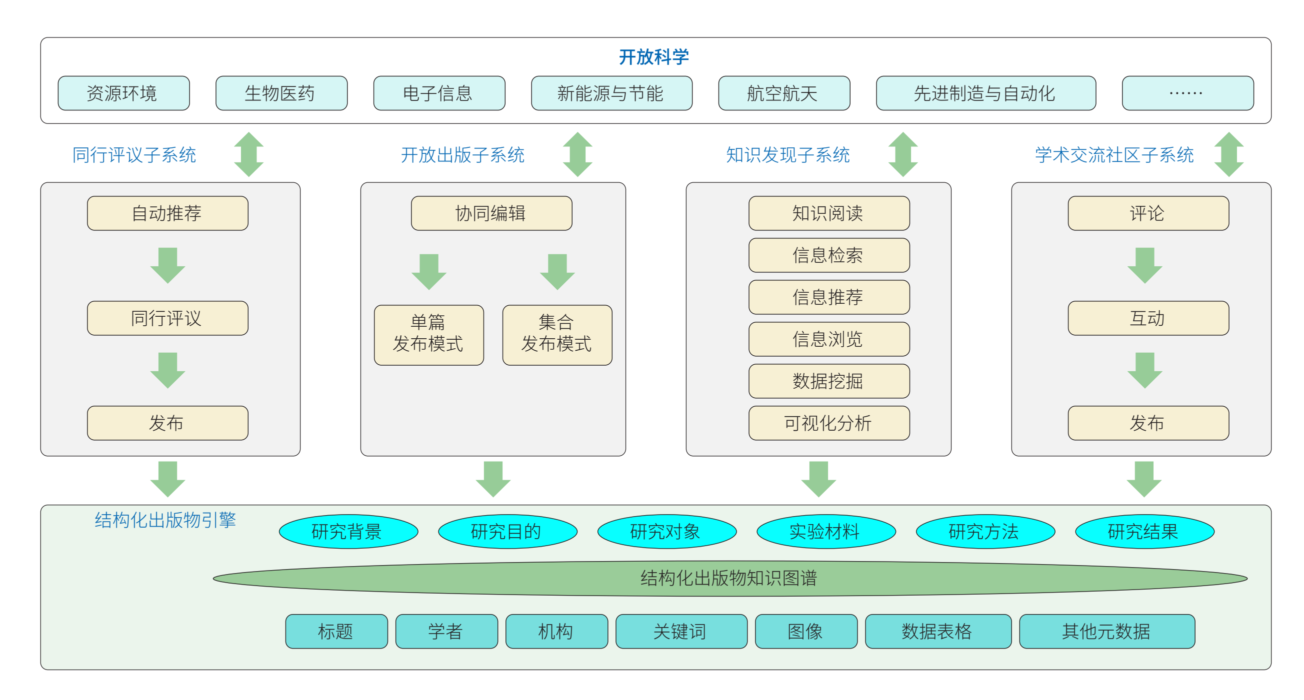


图3　元出版平台总体架构设计

Figure 3　Overall architecture design of MetaPub platform

序算法从专家库中为编辑推荐最符合的评审专家；③ 评审专家开展同行评议，为编辑提供评审意见和反馈；④ 编辑对评审意见进行整理加工，将评审结果反馈于作者，作者修改后再提交。

(3)开放出版子系统。提供协同编辑和元发布2个功能。协同编辑功能是对稿件的在线校对、排版、标引、转换和加工等。元发布功能包括2种模式：① 单篇发布模式,相比集合发布模式，其出版周期和方式更加灵活，领域编辑将经过同行评议后的单篇论文迅速在元出版平台上发布，满足科研人员对成果快速发布的需求；② 集合发布模式,邀请领域专家作为领域编辑和审稿人，领域编辑按照月度或季度的形式进行组稿，这是一种类似于网络电子期刊的集合出版模式。

(4)知识发现子系统。为学术交流提供个性化、精准化的知识服务。具体包括：① 利用知识阅读功能对元发布论文进行全方位剖析，通过信息检索与信息推荐提供多类型多形态知识的智能检索与推荐功能，通过信息浏览提供多类型多形态知识的分面导航浏览。② 以结构化出版物引擎为核心，对学者、机构和学术成果等海量数据进行知识挖掘。采用图挖掘算法构建模型，进行链接预测、社区检测和节点重要性判断，旨在探测各领域的研究现状与前沿、识别学术社区及预测科学技术的发展趋势；并利用可视化技术实现多维度、细粒度的知识面板可视化呈现。

(5)学术交流社区子系统。通过研究开放出版机制下的学术社区形态，构建智能化学术交流社区子系统，为研究人员提供一个更为便捷与高效的学术交流渠道。从纵向来说,此子系统基于结构化出版物引擎构建领域学术交流社区，同时集成机器人自动发布的最新研究内容、融合领域创新成果，最终形成开放的领域知识体系；从横向来说,元出版平台还可针对元发布内容进行信息抽取和语义丰富化计算，基于复杂网络分析研究热点和合作关系，构建学者画像和机构画像以促进开放学术社区的形成，推动科学共同体开展更为高效而紧密的交流与合作。

3.3.2 元出版平台的业务流程

元出版平台是一个支持科学共同体开放学术交流的知识交流平台，其流程各环节的主体总体上均是科学共同体自身。图4呈现了面向研究人员的业务流程时序图，包含研究人员、结构化出版物引擎、同行评议子系统、开放出版子系统、知识发现子系统和学术交流社区子系统6种独立的服务及调用序列。八大步骤大致可分为3个部分：① 基于同行评议的论文学术水平审核，即研究人员向同行评议系统提交结构化学术成果，系统将成果存储到结构化出版物引擎中，并开展同行评议，再将审核通过的成果提交到结构化出版物引擎中；② 基于结构化出版物引擎的开放出版与服务，即基于结构化出版物引擎，进行开放元出版，并提供个性化、精准化的知识服务；③ 面向科学共同体的学术交流，即基于结构化出版物引擎，向科学共同体提供针对科学知识发现的智能化学术社区交流服务。

3.3.3 元出版平台的功能实现

在研究团队研发建成的元出版平台 MetaPub 中，已实现结构化出版物引擎、同行评议子系统、开放出版子系统、知识发现子系统和学术交流社区子系统等5个模块功能。MetaPub 为学者提供了开放多元的成果传播机制，学者按结构化的元知识进行研究内容的提交即可发布学术成果，包括标题、作者、机构、关键词、学科领域、摘要、研究问题、研究方法、研究结果、分析结论、实验工具、实验材料，以及图片、音频、视频、参考文献和自定义字段等，通过机器自动将论文推荐给多位评审专家，通过同行评议的论文将自动快速地发布到平台中。此外，MetaPub 为科学共同体的在线交流创建了良好的开放环境，学者们能够在线对论文进行点赞、转发与评论。开放科学的背景下，MetaPub 在实现更快地发布研究成果、更好地开展学术交流、更好地进行知识组织与知识集成这一新目标的实践中迈出了积极的一步。

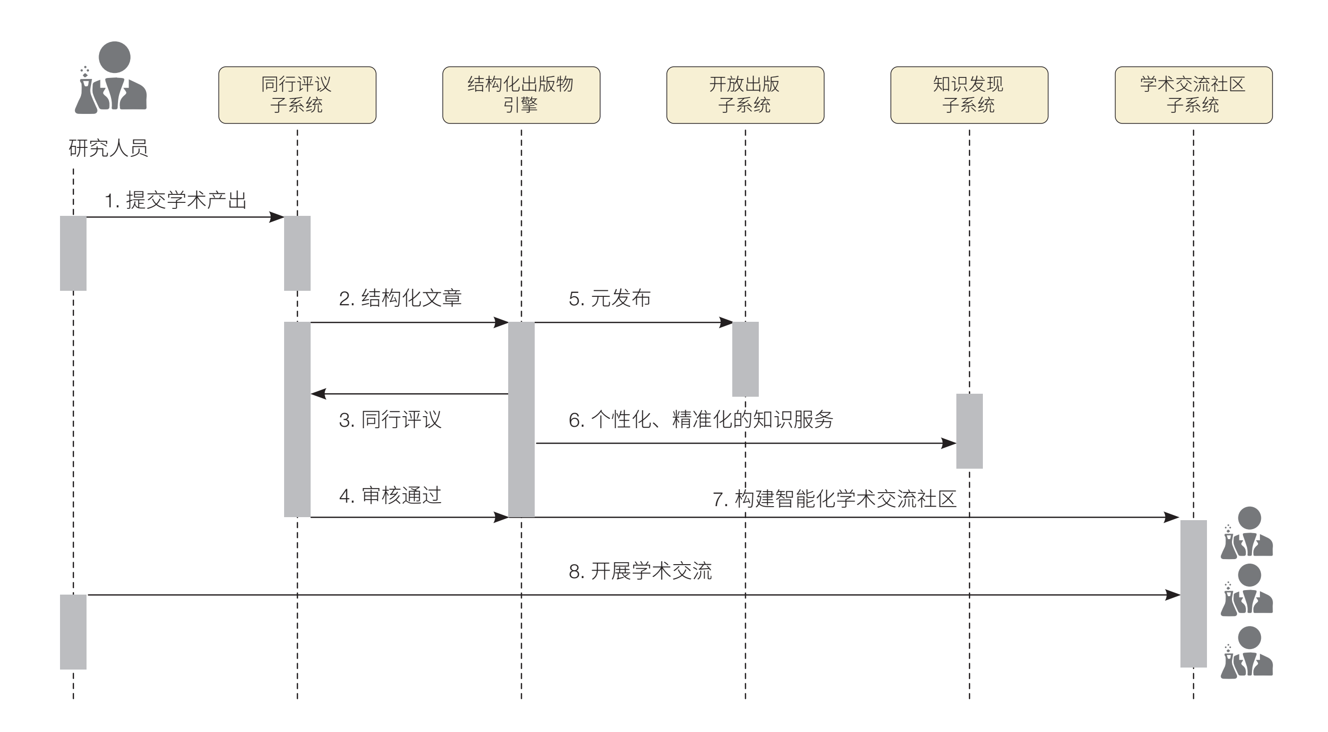


图4　元出版平台主要业务流程时序
Figure 4　Business process sequence diagram of MetaPub platform

4 结论与讨论

开放科学已成为必然的发展趋势，学术交流与科技创新对科学基础设施的建设提出了迫切需求，高端学术交流平台作为科技创新的基础设施之一，其基础功能是汇聚高水平的科研成果并以此带动思想的交流与碰撞，形成生机勃勃的学术生态[28]。

本文提出元出版理念并构建元出版平台，是开放科学趋势下的探索性工作。元出版平台可从“解构”“融合”“超越”3 个层面支持科学共同体的开放学术交流，并推动基于科学共同体的出版方式的升级转变。在传统出版模式的基础上，元出版平台将实现学术出版的形式和内容向结构化和细粒度化方向的转变。诚然，这一新的出版模式也需要科技工作者科学成果发表习惯和出版业界业务组织机制的适应与转变。

元出版作为学术出版领域的新生事物，还需要不断增强优势、完善功能、提高可用性。要发展成为一种成熟的出版服务，需在细粒度聚焦、快速发布、开放共享等特征基础上，积极利用人工智能、深度学习等信息技术以增强自身优势，紧跟开放科学发展的前沿态势和学术交流需求，持续提高平台功能的系统性以及科研人员对这一新出版理念的认同和参与。

元出版平台作为数字时代的学术出版实践，也将探索推动同行评议制度的发展与改善。除匿名评审外，还将结合开放同行评议、出版后同行评议等新模式新方式，以期推动评议过程的公开透明，提升同行评议的效率以及学术交流的质量等。

元出版平台能够吸引科学共同体更加积极地参与到学术出版流程中来。科学共同体在传统学术出版平台的参与度较低，即在论文出版之前参与较多，论文出版之后参与较少；全新的元出版平台能够支持科学共同体更加充分地参与学术出版、知识再生产和知识传播工作。通过定义新的出版流程、建立出版物与数据集的关联、搭建学术交流平台等举措，辅以参与规则的制定，为科学共同体提供快速的、变革性的和覆盖科研流程的成果发布方式，为科学交流推出细粒度和及时的科研学术交流方式，探索研究图书馆在推动国内开放获取、开放数据和开放科学方面发展的新思路。相信随着开放科学理念的推广和普及，会有越来越多的开放出版最佳案例出现，并融入科技工作者的研发过程中去。

参考文献

1 曲建升, 黄珂敏. 开放科学的发展逻辑与未来使命. 科学通报, 2022, 67(36): 4312-4325.
Qu J S, Huang K M. The development logic and future mission of open science. Chinese Science Bulletin, 2022, 67 (36): 4312-4325. (in Chinese)

2 赵艺哲, 范泽龙, 楚恒亚. 学术社交网络平台在科技传播中的对比研究. 科技传播, 2016, 8(22): 77-80.
Zhao Y Z, Fan Z L, Chu H Y. Comparative study on academic social network platform in science and technology communication. Public Communication of Science & Technology, 2016, 8(22): 77-80. (in Chinese)

3 姜天海, 张增一. 破与立: 重构开放式科学系统. 科学学研究, doi: 10.16192/j.cnki.1003-2053.20221122.005.
Jiang T H, Zhang Z Y. Reconstruction and Reengineering: reshaping an open scientific system. Studies in Science of Science, doi: 10.16192/j. cnki. 1003-2053.20221122.005. (in Chinese)

4 Tenopir C, King D W. The growth of journals publishing// Bill C, Angus P. The Future of the Academic Journal (Second Edition). Amsterdam: Elsevier, 2014: 159-178.

5 Garrison F H. The medical and scientific periodicals of the 17th and 18th centuries: With a revised catalogue and check-list. Bulletin of the History of Medicine, 1934, 2: 285-341.

6 Borko H. Scientific periodicals: Their historical development, characteristics and control. Information Processing & Management, 1976, 12(4): 293.

7 Derek J, SollaP. Science Since Babylon (enlarged edition).

New Haven: Yale University Press, 1975.

8 Mabe M, Amin M. Growth dynamics of scholarly and scientific journals. Scientometrics, 2001, 51(1): 147-162.

9 Morris S. Mapping the journal publishing landscape: How much do we know?. Learned Publishing, 2007, 20(4): 299-310.

10 Gu X, Blackmore K L. Recent trends in academic journal growth. Scientometrics, 2016, 108(2): 693-716.

11 Björk B C, Roos A, Lauri M. Global annual volume of peer reviewed scholarly articles and the share available via different Open Access options// Open Scholarship: Authority, Community, and Sustainability in the Age of Web 2.0. Toronto: Leslie C, 2008 178-186.

12 Jinha A E. Article 50 million: An estimate of the number of scholarly articles in existence. Learned Publishing, 2010, 23 (3): 258-263.

13 STM. STM Global Brief 2021—Economics & Market Size—An STM Report Supplement. (2021-10-19) [2021-10-28]. https://www.stm-assoc.org/2022_08_24_STM_White_Report_a4_v15.pdf.

14 舒非, 马悦, 邱均平. 从学术出版的垄断看开放获取的未来. 杭州电子科技大学学报(社会科学版), 2021, 17(1): 60-67.

Shu F, Ma Y, Qiu J P. On future of open access from perspective of academic publishing monopoly. Journal of Hangzhou Dianzi University (Social Sciences), 2021, 17(1): 60-67. (in Chinese)

15 崔瑞琴, 廖玉荣. 科技学术期刊编辑出版模式的变化及未来发展走向. 传媒, 2014, (2): 13-15.

Cui R Q, Liao Y R. Changes and future development trend of editing and publishing mode of sci-tech academic journals. Media, 2014, (2): 13-15. (in Chinese)

16 王永超. 大数据时代纸质科技期刊出版模式的改进与提升. 江苏科技信息, 2017, (6): 29-31.

Wang Y C. Improvement and enhancement of the publishing mode of paper science and technology periodical in the age of the big data. Jiangsu Science & Technology Information, 2017, (6): 29-31. (in Chinese)

17 方卿. 学术出版:功能的异化、回归与建构. 信息资源管理学报, 2020, 10(5): 4-10.

Fang Q. Academic publishing: Dissimilation, regression and construction of function. Journal of Information Resources Management, 2020, 10(5): 4-10. (in Chinese)

18 张娟. 欧盟开放科学战略生态体系建设及其特征分析. 世界科技研究与发展, 2021, 43(1): 64-76.

Zhang J. Study on the ecosystem and characteristics of EU open science strategy. World Sci-Tech R & D, 2021, 43(1): 64-76. (in Chinese)

19 朱姣. 多媒体融合视角下的学术期刊出版与传播模式探索. 天津科技, 2018, 45(5): 94-96.

Zhu J. Publication and communication model of academic journals from the perspective of multimedia convergence. Tianjin Science & Technology, 2018, 45(5): 94-96. (in Chinese)

20 齐东峰. 学术期刊出版模式与理念的转变及其对图书馆馆藏建设的影响. 四川图书馆学报, 2021, (1): 25-29.

Qi D F. On the change of publishing mode and concept of academic journals and its impact on library collection construction. Journal of the Library Science Society of Sichuan, 2021, (1): 25-29. (in Chinese)

21 肖涵. "互联网+"视域下科技期刊出版模式创新. 林业科技情报, 2019, 51(4): 138-140.

Xiao H. Innovation of the publishing mode of sci-tech journals under the vision of "Internet +". Forestry Science and Technology Information, 2019, 51(4): 138-140. (in Chinese)

22 吴思竹, 李峰, 张智雄. 知识资源的语义表示和出版模式研究——以Nanopublication为例. 中国图书馆学报, 2013, 39 (4): 102-109.

Wu S Z, Li F, Zhang Z X. Research on semantic representation and publishing Schema of knowledge resource: Take nanopublication as an example. Journal of Library Science in China, 2013, 39(4): 102-109. (in Chinese)

23 李金正. 元出版与数字时代出版学的理论重构. 出版发行研究, 2021, (1): 43-48.

Li J Z. On "metapublishing" and theoretical reconstruction of publishing science in the digital age. Publishing Research, 2021, (1): 43-48. (in Chinese)

24 张丽华, 曲建升, 王勤花, 等. 国外定性综合集成方法研究述评. 图书情报工作, 2012, 56(2): 66-70.

Zhang L H, Qu J S, Wang Q H, et al. Review of the study on approach of foreign qualitative metasynthesis. Library and Information Service, 2012, 56(2): 66-70. (in Chinese)

25 张世佳, 曲建升, 王雪梅. 元分析在学科定量集成研究中的应用及进展. 图书情报工作, 2014, 58(18): 131-137.

Zhang S J, Qu J S, Wang X M. Application and development of meta-analysis in the subject synthesis research. Library and Information Service, 2014, 58(18): 131-137. (in Chinese)

26 刘红煦, 曲建升. 文献综合集成模式下领域知识发现流程研究. 图书情报工作, 2016, 60(4): 125-133.

Liu H X, Qu J S. Research on the domain knowledge discovery process based on the document meta-synthesizing mode. Library and Information Service, 2016, 60(4): 125-133.

27 卜玉敏, 曲建升. Meta分析在成果集成研究中的应用与发展. 情报杂志, 2017, 36(12): 63-68.

Bu Y M, Qu J S. Application and development of meta-analysis in the study of results synthesis. Journal of Intelligence, 2017, 36(12): 63-68. (in Chinese)

28 本刊特约评论员. 迎接融合科学与科学数据开放共享新时代. 中国科学院院刊, 2020, 35(1): 1-2.

EditorContributing. Welcome to new era of convergence science and open and sharing of scientific data. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(1): 1-2. (in Chinese)

Philosophy of meta publishing and practice of platform construction toward open science

QU Jiansheng[1,2*] LIU Chunjiang[1] TIAN Qianfei[1,2] HUANG Kemin[1,2] JIANG Enbo[1,2]

（1 Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610299, China;

2 Department of Information Resources Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China）

Abstract Based on full investigation of the field of open publishing at home and abroad, this study expounds the role of open science in promoting the evolution of academic exchange system and mechanism, focuses on analyzing and summarizing the historical evolution, development change, and evolution law of academic publishing mode, and puts forward the meta-publishing concept that meets the needs of the open science era, so as to adapt to the development evolution and mode transformation of academic publishing. Based on the concept of “meta-publishing”, the idea of building a meta-publishing platform is proposed to promote the construction of a new paradigm of open science academic publishing led by the scientific community, integrating diversified publishing content, realizing multi-dimensional content association, aggregating multiple participants, and supporting the re-integration of scientific achievements. According to the design idea of the meta-publishing platform, MetaPub, a meta-publishing platform consisting of five modules, including structured publication engine, peer review subsystem, open publishing subsystem, knowledge discovery subsystem, and academic exchange community subsystem, has been built. The meta-publishing platform is a specific practice that is compatible with the development trend of open science and will play an active supporting role in the process of academic exchanges in the scientific community.

Keywords meta publishing, structure data, publishing platform, open science

*Corresponding author

曲建升　中国科学院成都文献情报中心党委书记，中国科学院文献情报中心副主任、研究员、博士生导师。主要从事环境与发展战略情报、碳排放评估、情报咨询与知识挖掘研究工作。E-mail: qujs@clas.ac.cn

QU Jiansheng　Secretary of the Party Committee of Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences (CAS), and Associate Director, Professor, and Ph. D. Supervisor of National Science Library, CAS. His research focuses on environmenand development policy, carbon emission assessment, information consulting, and knowledge mining.
E-mail: qujs@clas.ac.cn

■责任编辑：岳凌生